Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. G. Hegemann

Fortschritte in der Thromboseprophylaxe durch das Bettfahrrad nach Dr. Mühe

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Wolfgang Karl Georg Bruckschlegl
aus Nördlingen

1977 157

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. G. Hegemann

Fortschritte in der Thromboseprophylaxe durch das Bettfahrrad nach Dr. Mühe

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Wolfgang Karl Georg Bruckschlegl
aus Nördlingen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Priv.-Doz. Dr. E. Mühe

Korreferent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 31. März 1977

Herrn Dr. Mühe möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas und für seine Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danken. Ferner danke ich auch Fräulein Lampe für ihre Hilfe bei den Messungen und Untersuchungen.

INHALTSVERZEICHNIS

I EINLEITUNG .... S. 1

II EIGENE UNTERSUCHUNGEN .... S. 2

1. Methode .... S. 2
2. Patientengut .... S. 5
3. Signifikanz der Untersuchung .... S. 8

III ERGEBNISSE .... S. 15

IV DISKUSSION .... S. 16

1. Bedeutung der Tagesleistung .... S. 17
2. Bedeutung als Früherkennungsmethode .... S. 18
3. Diskussion der Ergebnisse unter Berücksichtigung der versch. Risikofaktoren .... S. 19
   a. Varikosis .... S. 19
   b. Übergewicht .... S. 19
   c. Geschlechtsdisposition .... S. 20
   d. Altersdisposition .... S. 20
   e. Vererbung und eigene Vorbelastung .... S. 21
   f. Anatomische Verhältnisse .... S. 21
   g. Bluttransfusion .... S. 21
4. Zusammenfassende Betrachtung der einzelnen Risikofaktoren .... S. 22
5. Wirkung des Pedaltretens auf den Kreislauf ... S. 22
6. Weitere positive Erscheinungen .. .. S. 24
7. Vergleich mit anderen prophylaktischen Maßnahmen .... S. 25
8. Graphische Darstellung der Ergebnisse .... S. 26

V ZUSAMMENFASSUNG .... S. 31

VI LITERATURVERZEICHNIS .... S. 33

I EINLEITUNG

Zu den häufigsten und gefährlichsten postoperativen Komplikationen gehört auch heute noch die Thrombose. Sie ist nicht nur wegen der Gefahr einer tödlichen Lungenembolie eine so gefürchtete Krankheit, sondern auch wegen den oft erst nach Jahren auftretenden Spätschäden. Sehr viele Patienten mit überstandener tiefer Thrombose können ihren erlernten Beruf nicht mehr ausüben oder sind für ihr weiteres Leben sogar invalid. Die Verhütung der Thrombose muß daher eine der wichtigsten Maßnahmen nach der Operation sein.

Die Hauptgründe der Thrombogenese wurden bereits von Rudolf Virchow in seiner klassischen Trias genannt:

1. Blutveränderung
2. Gefäßwandschädigung
3. Strömungsverlangsamung

Ausgehend von diesen Erkenntnissen wurden bis heute vielfältige Maßnahmen ergriffen, um die Häufigkeit der Thrombosen und der Emboliesterblichkeit einzuschränken. Dennoch konnte die Zahl der an Thrombosen und Embolien erkrankten Patienten nicht verringert werden.

Nach den heutigen Erkenntnissen entstehen fast alle Thrombosen in den unteren Extremitäten; als Hauptgrund dafür wird von vielen Autoren die starke Abnahme der venösen Rückstromgeschwindigkeit angesehen (20, 21, 22).

Das Ziel dieser Arbeit war es nun, herauszufinden ob und wie stark die postoperative Thrombosefrequenz

durch eine prophylaktische Bewegungstherapie mit dem Bettfahrrad beeinflußt werden kann. Zu diesem Zweck wurde bei einer Gruppe von 50 Patienten aus der chirurgischen Universitätsklinik Erlangen folgende Untersuchungen durchgeführt.

II EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Methode

Alle 50 Patienten mußten vom ersten postoperativen Tag an insgesamt fünf Tage hintereinander jeweils dreimal täglich fünf Minuten lang Bettpedale treten. Diese Übungen wurden morgens, mittags und abends in einem zeitlichen Abstand von 4 bis 5 Stunden durchgeführt. Dazu verwendeten wir die Bettpedale nach Dr. Mühe, welche auf einer geeigneten Unterlage montiert sind. Auf die Pedale fest aufgeschraubt sind Kunststoffschuhe mit einem variabel einstellbaren Halteband, welches den unbeschuhten Füßen jeder Größe festen Halt gibt. Mittels einer Schraubenzwinge kann das Bettfahrrad am Fußende eines jeden Bettes befestigt werden (15).

Die nächste Seite zeigt eine Abbildung des zu den Untersuchungen verwendeten Bettfahrrads.

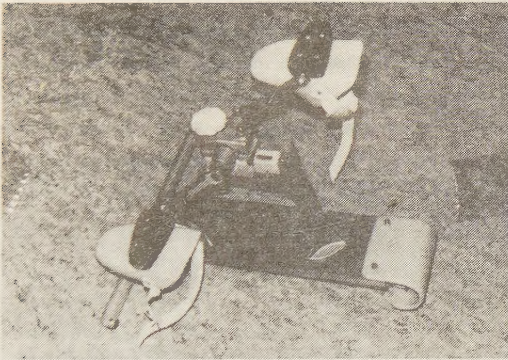


Abb. 1: Das zu den Untersuchungen verwendete
Bettfahrrad nach Dr. Mühe

Die Pedale mußten vom Patienten in Rückenlage im Bett unter Elevation der Beine um ungefähr 20 Grad betätigt werden. Der Tretwiderstand wurde dabei durch eine verstellbare Klemmschraube so eingestellt, daß es dem subjektiven Gefühl eines jeden Patienten entsprach, auf ebener Straße Fahrrad zu fahren. Ein eingebauter Umdrehungszähler registriert dabei automatisch die geleisteten Umdrehungen. Die Erfahrung zeigte, daß der Patient während dieser Tretübung so

liegen soll, daß die Beine bei maximaler Strekkung noch leicht gebeugt sind und bei größter Anziehung mit dem Rumpf einen Winkel von ungefähr 90 Grad bilden sollen.

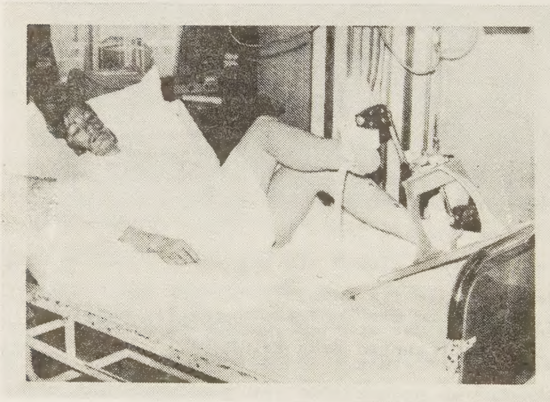


Abb. 2: Darstellung einer Patientin beim Pedaltreten

2. Patientengut.

Diese Übungen wurden von 27 Männern und 23 Frauen im Alter von 40 bis 75 Jahren durchgeführt. Dabei wurden hauptsächlich Patienten aus dem Bereich der Brust- und Bauchchirurgie ausgesucht, welche auf Grund ihrer Operationsart gezwungen waren, die ersten vier bis fünf postoperativen Tage fast ausschließlich im Bett zu verbringen.
Die Verteilung der einzelnen Operationen war dabei wie folgt:

15 Magenoperationen
11 Gallenwegsoperationen
17 Dünn- bzw. Dickdarmoperationen
1 Pankreasresektion
1 Brustwandresektion
1 Morbus Cushing
2 Strumen
2 Speiseröhrenoperationen

Um die Wirksamkeit dieser Thromboseprophylaxe zu beweisen, wurde die Anzahl der postoperativ entstehenden Thromben mit der 125-Jod Humanfibrinogenmethode bestimmt.

Nachweis der Phlebothrombosen:

Bei der Thrombenbildung werden die korpuskulären Blutbestandteile von einem Netz aus Fibrinfasern zusammengehalten. Injiziert man dem Patienten vorher radioaktiv markiertes Humanfibrinogen, so reichert es sich im Falle einer Thrombenbildung

mit in diesem Fibrinnetz an. Mit Hilfe eines Detektors läßt sich dann die Aktivitätsanreicherung nachweisen.

Im einzelnen wurde dabei folgendermaßen vorgegangen:

Jeder Patient bekam 24 - 48 Stunden vor der Operation 200 µCi 125-Jod Humanfibrinogen in die Armvene injiziert. Um eine Aktivitätsanreicherung des 125-Jod in der Schilddrüse zu vermeiden, wurde vor der Injektion und weitere 8 Tage später eine 5%ige Lugol'sche Lösung peroral gegeben (jeweils 20 Tropfen). 30 bis 60 Minuten nach dieser Injektion wurde die Ausgangsaktivitätsverteilung in den Blutgefäßen der Beine durch Auszählen der Impulse bestimmt. Die Impulsauszählung erfolgte pro 60 sec durch einen mit 2 Detektoren und 10 cm Kollimatoren versehenen Szintillationszähler. Um den Gesamtquerschnitt beider Beine lückenlos zu erfassen, wurden seitengleich im Abstand von 10 cm Meßpunkte festgelegt. Ausgangsmeßpunkt für den Oberschenkel war das Leistenband in Höhe der Durchtrittsstelle der Vena Femoralis. Von dort aus wurde in Richtung Knie alle 10 cm ein Meßpunkt markiert. Für den Unterschenkel war der Ausgangsmeßpunkt das Niveau der beiden Sprunggelenke. Von diesem Punkt aus wurde ebenfalls in Richtung Knie alle 10 cm ein Meßpunkt festgelegt. Durch diese Einteilung ergaben sich zwischen 7 und 9 Meßpunkte pro Bein je nach Größe des Patienten. Die Auszählung der Impulse an jedem Meßpunkt eines jeden Beines wurde in Rückenlage des Patienten und unter Schrägstellung des Bettes um ungefähr 20 Grad vor-

genommen. Durch diese Hochlagerung der Beine wird eine Verringerung des Blutvolumens und dadurch eine Herabsetzung der Basisaktivität erreicht. Eine eventuelle Aktivitätsanreicherung durch Thromben hebt sich dadurch besser ab.



Abb. 3: Meßvorgang

Durch diesen Meßvorgang wurden die prä- und postoperativen Impulszahlen am ersten Tag vor der Operation und am 6. postoperativen Tag ermittelt.

3. Signifikanz der Untersuchung

Um die Fehlerbreite dieser Meßmethode genau bestimmen zu können, wurden die Impulszahlen an jedem Bein bei 6 Patienten 10mal hintereinander gemessen. Dabei wurden die Detektoren nach jeder Messung erneut auf den Meßpunkt fixiert. Außerdem wurde die Meßzeit der Impulse nicht kleiner als eine Minute gewählt um größere Schwankungen der Impulszahlen zu vermeiden.

Die Streubreite s der einzelnen Meßwerte von ihrem Mittelwert errechnet sich nach der üblichen Formel:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(\Delta x)^2}{n - 1}}$$

dabei ist: n = Anzahl der einzelnen Messungen
Δx = Abweichung des Einzelwertes vom Mittelwert

Legt man, Bezug nehmend auf die Normalverteilungskurve von Gauß, eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% = 0,05 als Grenze zugrunde, so dürfen die einzelnen gemessenen Impulszahlen pro Minute gegenüber dem Mittelwert maximal um $\pm$ 2s differieren.

Bei den 10 Messungen pro Meßpunkt an 6 Patienten betrug die größte errechnete mittlere Streubreite 3,5%, woraus sich für die 2s Grenze $\pm$ 7% ergibt.

Um einen Thrombus genau diagnostizieren zu können, kann man sich jedoch nicht allein auf die postoperativen Impulszahlen beziehen, da die Durchblutungsver-

hältnisse bei jedem Patienten auf Grund physiologischer und pathologischer Gegebenheiten nicht konstant sind. Es müssen deshalb die präoperativen Meßwerte mit in die Berechnung einbezogen werden.

Aus diesem Grund wurde von allen Meßpunkten beider Beine der Quotient aus der präoperativen Impulszahl eines Meßpunktes mit der postoperativen Impulszahl des gleichen Meßpunktes gebildet.

Die nächste Seite zeigt das Protokoll der Ergebnisse eines Meßvorganges.

Quotient	Imp./Min. postop.	Imp./Min. präop.	rechts	links	Imp./Min. präop.	Imp./Min. postop.	Quotient
2,99	5160	15421	×	×	15744	4973	3,17
2,91	4166	12120	×	×	11578	3584	3,23
2,71	3070	8313	×	×	7540	2506	3,01
2,91	1723	5016	×	×	4944	1592	3,11
3,00	1090	3272	×	×	3341	1143	2,92
2,81	918	2581	×	×	2770	1007	2,75
2,74	1002	2748	×	×	2937	1103	2,66
3,15	571	1801	×	×	1761	562	3,13
2,73	457	1247	×	×	1305	478	2,73

Tab. 1: Protokoll der Ergebnisse eines Meßvorganges

Unter der Berücksichtigung der möglichen Extremwerte nach der 2s Grenze errechnen sich für den Quotienten folgende maximale Abweichungen:

Beispiel:

Präoperative Impulszahl I1 = 1900 Imp./Min.
Postoperative Impulszahl I2 = 170 Imp./Min.

$$\text{Quotient:} \quad \frac{I1}{I2} = \frac{1900}{170} = 11{,}18$$

Obere maximale Abweichung:

$$\frac{I1 + 7\%}{I2 - 7\%} = \frac{1900 + 133}{170 - 11{,}9} = \frac{2033}{158{,}1} = 12{,}86$$

Das entspricht einer prozentualen Abweichung vom Normalquotienten nach oben um 15,1%.

Untere maximale Abweichung:

$$\frac{I1 - 7\%}{I2 + 7\%} = \frac{1900 - 133}{170 + 11{,}9} = \frac{1767}{181{,}9} = 9{,}71$$

Das entspricht einer prozentualen Abweichung vom Normalquotienten nach unten um 13,1%.

Wenn man die nach der 2s Grenze möglichen Extremwerte der präoperativen und postoperativen Impulszahl pro Meßpunkt berücksichtigt, ergibt sich somit eine maximale Abweichung nach oben um 15,1% und nach unten um 13,1%.

Die Verhältniszahlen der prä- und postoperativen Werte aller Meßpunkte eines Beines müßten theoretisch bei gleichbleibender und optimaler Durch-

blutung gleich groß sein. Hat sich an einer Stelle jedoch ein Thrombus gebildet, so ist an diesem Punkt die Impulszahl durch den Einbau des radioaktiven Humanfibrinogens relativ erhöht. Das Verhältnis aus prä- und postoperativer Impulszahl wird an diesem Punkt im Vergleich zu seinen beiden benachbarten Meßpunkten kleiner werden, und zwar um so kleiner, je größer die postoperative Impulszahl ist.

Um wieviel diese Verhältniszahl kleiner sein darf als seine beiden benachbarten Quotienten, ohne daß ein Thrombus vorliegt, ergibt sich durch folgende Überlegung:

Beispiel: (Idealfall)

Meßpkt.	präop.Imp./Min.		postop.Imp./Min.		Quotient
P 1	3655	:	327	=	11,18
P 2	2460	:	220	=	11,18
P 3	1900	:	170	=	11,18

Berücksichtigt man die nach der 2s Grenze möglichen Extremwerte nach oben und unten, so ergeben sich im ungünstigsten Fall folgende Quotienten:

Meßpkt.	präop.Imp./Min.		postop.Imp./Min.		Quotient
P 1	3655 + 7%	:	327 - 7%	=	12,86
P 2	2460 - 7%	:	220 + 7%	=	9,71
P 3	1900 + 7%	:	170 - 7%	=	12,86

In diesem Falle ist das Verhältnis der beiden benachbarten Meßpunkte jeweils um 32,4% größer als das des mittleren Meßpunktes.

Das heißt aber, daß ein Thrombus nur dann vorliegen kann, wenn das Verhältnis eines Meßpunktes aus der prä- und postoperativen Impulszahl von seinen beiden benachbarten Verhältniszahlen gleichzeitig um m e h r a l s 32,4% übertroffen wird.

Für die Ausrechnung in der Praxis geht man dabei folgendermaßen vor:
ist eine Verhältniszahl kleiner als seine beiden benachbarten Verhältniszahlen, so wird die mittlere (gleich kleinste) Verhältniszahl gleich 100% gesetzt. Ist der prozentuale Unterschied dann zu den benachbarten Werten nach oben u n d unten g r ö ß e r als 32,4%, so liegt an dieser Stelle ein Thrombus mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 vor.

Die folgende Seite zeigt das Schema der Berechnung.

Daß die Verhältniszahlen entgegen der Theorie nicht gleich groß sind, ist durch physiologische Unterschiede sowie durch äußere Einflüsse (Druck, Bewegung usw.) zu erklären!

	Pkt.	Quotient	Prozent	
x	1	17,13		
x	2	18,50	109,5%	
x	3	16,90	100,0%	kein Thrombus
x	4	17,54	103,8%	
x	5	15,09		
x	6	16,94	268,5%	
x	7	6,31	100,0%	Thrombus!
x	8	17,02	269,7%	
x	9	15,63		

Tab. 2: Berechnungsschema eines Beines

III. ERGEBNISSE

Bei der Versuchsgruppe von insgesamt 50 Patienten, welche die prophylaktischen Übungen mit dem Bettfahrrad unter genauer Beobachtung durchgeführt haben, wurden an insgesamt 4 Patienten (=8%) Thrombosen festgestellt.
Auffallend war, daß

1. die durchschnittliche Tagesleistung der Patienten mit Thrombosen mit 527 Umdrehungen pro Tag weit unter der durchschnittlichen Gesamtleistung von 730 U/Tag lag.

2. sich alle Thromben im linken Unterschenkel gebildet hatten; nur bei einem Patient war gleichzeitig ein über 2 Meßpunkte reichender Thrombus im rechten Unterschenkel festzustellen.

3. in einem Fall der Thrombus auf einen Meßpunkt begrenzt war, während er sich in den anderen 3 Fällen über jeweils zwei Meßpunkte erstreckte, d.h. größer als 10 cm war.

Außerdem wurden bei 45 Patienten der Versuchsgruppe während der ersten zwei postoperativen Tage die Puls- und Blutdrucksteigerung während des Pedaltretens gemessen. Bei den männlichen Patienten ergab sich eine mittlere Pulssteigerung von 7 (6,98) Schlägen/Min. und eine mittlere Blutdrucksteigerung von 12/5 (12,18/4,64). Bei den Frauen war die mittlere Pulssteigerung 8 (8,04) Schläge/Min. und

die mittlere Blutdrucksteigerung 11/3 (10,77/3,23).

Die maximale Puls- und Blutdrucksteigerung war bei den Männern 20 Schläge/Min. bzw. 50/20, bei den Frauen betrug sie 20 Schläge/Min. bzw. 40/20.

Signifikanz der Ergebnisse

Das Ergebnis der Untersuchung ist signifikant (10).

IV DISKUSSION

Obwohl heute in vielen Kliniken zum Teil umfangreiche Maßnahmen zur Thromboseprophylaxe durchgeführt werden, ist es bisher nicht gelungen die Gefährlichkeit und Häufigkeit dieser Krankheit entscheidend zu beeinflussen. Hinzu kommt die Schwierigkeit einer exakten Diagnose, da ein großer Teil aller Thrombosen ohne klinische Erscheinungen verläuft und erst bei akutem Gefäßverschluß manifest wird. Nach R. May liegt die Fehlerquelle bei rein klinischer Diagnose bei 30% (14). Weitaus die meisten Thromben nehmen ihren Ausgang von den unteren Extremitäten (1, 3, 16, 20, 21). Die Angaben über die Häufigkeit von Thrombosen und Embolien schwanken je nach Untersucher zwischen 20 und 40% (1, 3, 13, 15, 17, 20, 21, 22, 24, 25). Selbst die durch Sektionen gesicherten Untersuchungen weisen eine sehr hohe Thrombosefrequenz auf; so fanden Vinazzer eine Häufigkeit von 35,6%, Rosengarten 32% und Flanc et al 35% (21- 25- 3, 24, 25)

Die eigene Untersuchung an Patienten, welche die Übungen mit dem Bettfahrrad unter genauer Kontrolle durchführen mußten, ergab eine Thrombosehäufigkeit von nur 8%. Die Wirksamkeit dieser Methode als Thromboseprophylaxe ist damit bewiesen.

1. Bedeutung der Tagesleistung

Die durchschnittliche Umdrehungszahl aller 50 Patienten lag bei 730 pro Tag (täglich 3mal 5 Minuten). Die 4 Patienten mit Thrombose brachten es nur auf eine Durchschnittsleistung von 527 U/Tag.

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, daß beim Pedaltreten eine maximale Erhöhung der venösen Rückstromgeschwindigkeit nur dann erreicht wird, wenn während 5 Minuten eine für den Patienten maximale Leistung erbracht wird (15). Für die Thromboseverhütung ist es also wirkungsvoller, wenn die Patienten 5 Minuten intensiv treten, als wenn sie die gleiche Umdrehungszahl erst in 8 oder 10 Minuten erreichen.

Wie wichtig es ist, innerhalb der festgesetzten Zeit die volle Leistung zu erbringen, zeigt die genaue Untersuchung der Thrombosefälle in Abhängigkeit von der Umdrehungszahl.

Tagesdurch-schnittsleistung	erreicht	davon mit Thrombose	Prozent
0 - 400	3	1	33,33
400 - 550	12	2	16,67
550 - 750	15	1	6,67
750 und mehr	20	0	0,00

Tab. 3: Thrombosefälle in % in Abhängigkeit von der Tagesdurchschnittsleistung

Um die größtmöglichste Sicherheit auch für besonders gefährdete Patienten geben zu können, sollte eine Tagesdurchschnittsleistung von etwa 700 und mehr Umdrehungen pro 3mal 5 Minuten erreicht werden.

2. Bedeutung zur Früherkennung von Thrombosen

Alle 4 Patienten, welche nachweislich eine Thrombose bekommen hatten, wurden eingehend auf alle klinischen Zeichen untersucht (6, 8, 14, 20). Bei keinem Patient waren äußerliche Veränderungen zu sehen und keine Zunahme des Unterschenkel- oder Knöchelumfangs festzustellen. Nur 2 Patienten gaben an den entsprechenden Punkten leichten Druckschmerz an, welcher allein aber keine sichere Diagnose zugelassen hätte.

Die Thromben wurden also in allen Fällen so frühzeitig erkannt, wie es mit herkömmlichen Methoden nicht möglich gewesen wäre. Die Gefahr eines Gefäßverschlusses oder einer Verschleppung des Thrombus

läßt sich durch diese Untersuchungsmethode auf ein Minimum reduzieren.

3. Diskussion der Ergebnisse unter Berücksichtigung der verschiedenen Risikofaktoren

a. Varikosis

Der Krampfaderkranke nimmt bei gleichem Druck bis zu 30% mehr Blut in den Venen auf als der Gesunde (5). Hinzu kommt, daß die Intima der Venenwände durch die ungeschützte oberflächliche Lage sehr leicht verletzt werden kann. Die besondere Gefährdung der Varizenträger gegenüber Thrombenbildung ist daher unumstritten (13, 16, 17, 20).

In der Versuchsgruppe hatte genau die Hälfte der Patienten Varizen verschiedener Schweregrade. Von den 4 Patienten, welche eine Thrombose bekommen hatten, waren drei Varizenträger schwereren Grades, nur ein Patient hatte nur leichtere Krampfadern aufzuweisen. In einem Fall war bereits eine Verödungsoperation vorausgegangen.

Das höhere Risiko der Varizenträger zur Thrombogenese ist auch in dieser Untersuchung bestätigt worden.

b. Übergewicht

Adipöse Patienten erkranken wesentlich häufiger an Thrombosen und Embolien als Normalgewichtige (2, 12, 16, 17, 20).

Ausgehend von der Brocca'schen Gewichtsformel (4) hatten 70% der untersuchten Patienten Übergewicht zwischen 2,1 und 91,1%. Von den 4 Thrombosepatienten hatten 3 ein Übergewicht zwischen 14,6 und 51,7%, nur ein Patient hatte leichtes Untergewicht. Von den Patienten mit Übergewicht erlitten also 3 = 8,6% eine Thrombose, von der Gruppe der Normalgewichtigen nur 1 Patient = 6,7%.

c. Geschlechtsdisposition

Die größere Thrombose- und Lungenemboliegefährdung von Frauen gegenüber Männern ist erwiesen (1). Nach Dahl-Iversen und Ramberg ist das Verhältnis 1 : 2,5 (20). Bei den eigenen Untersuchungen konnte dies nicht so eindrucksvoll bestätigt werden. Aus der Gruppe der Frauen erlitten von 23 Patientinnen 2 = 8,7% eine Thrombose, bei den 27 männlichen Patienten waren es 2 = 7,4%.

d. Altersdisposition

Eine erhöhte Thrombosegefährdung mit zunehmendem Alter, wie sie von vielen Autoren angegeben wird (1, 2, 16, 20), konnte nicht eindeutig festgestellt werden, da die Untersuchungen ausschließlich bei Patienten ab dem 40. Lebensjahr gemacht wurden. Das Durchschnittsalter der Patienten mit Thrombosen lag mit 55,5 Jahren fast bei dem Gesamtdurchschnittsalter von 56,6 Jahren.

e. Vererbung und eigene Vorbelastung

Die Vererbung sowie früher durchgemachte Thrombosen und Embolien erhöhen die Thrombosegefahr für den Patienten (2, 16, 17, 19, 20). Von den 50 Patienten gaben 18 = 36% an, daß in ihrer Verwandtschaft Venenerkrankungen vorhanden waren bzw. sie selbst schon Venenentzündungen, Thrombosen oder Embolien gehabt hatten. Bei den 4 Thrombosefällen gaben 2 = 50% an, durch ihre Verwandtschaft vorbelastet zu sein. Alle 4 Patienten waren zugleich durch eigene Varizen gefährdet.

f. Häufigeres Befallenwerden des linken Beines

Das linke Bein wird wesentlich häufiger von Thrombosen befallen als das rechte. Die Ursache liegt darin, daß im Beckenbereich die V. iliaca com. von der A. iliaca com. überkreuzt wird, wodurch der Abfluß des venösen Blutes aus der linken unteren Extremität erschwert wird (3, 7, 9, 11, 20). Die Thrombosefälle dieser Untersuchung wiesen alle Thromben im linken Unterschenkel auf, nur in einem Fall lag gleichzeitig ein Thrombus im rechten Unterschenkel vor.

g. Bluttransfusion

Bluttransfusionen können das Gerinnungssystem beeinflussen und dadurch die Thrombogenese begünstigen (21, 23). Bei den 50 Patienten wurde in sechs Fällen Blutkonserven gegeben, wobei auffällt, daß bei einem Patient, welcher mindestens 5 Konserven

bekam, eine Thrombose auftrat.

Inwieweit Bauchspeicheldrüsenkrankheiten die Thrombosebereitschaft fördern (23) konnte auf Grund des zu kleinen Patientenmaterials nicht untersucht werden. Nur 3 Patienten dieser Gruppe gaben an, einmal an der Bauchspeicheldrüse krank gewesen zu sein, wovon jedoch keiner eine Thrombose bekam.

4. Zusammenfassende Betrachtung der einzelnen Risikofaktoren

In der Versuchsgruppe von 50 Patienten, welche postoperativ die prophylaktischen Übungen mit dem Bettfahrrad durchführen mußten, traten bei 4 Patienten = 8% Thrombosen auf. Diese 4 Fälle waren von ihrer Konstitution her alle gefährdet an einer Thrombose zu erkranken. Wenn man in Betracht zieht, daß von den 50 Patienten 43 = = 86% in einem oder mehreren Punkten als gefährdet galten, so ist das Auftreten von Thrombosen in nur 8% der Fälle ein guter Beweis für die Wirkung des Bettfahrrads. Selbst bei Patienten, welche schwerste Varizen hatten oder bereits an Venenentzündungen oder Lungenembolien erkrankt waren, konnte eine Thrombose erfolgreich verhütet werden.

5. Wirkung des Pedaltretens auf die venöse Rückstromgeschwindigkeit

Während der Übung mit den Bettpedalen werden die

Patienten zu einer mehr oder weniger intensiven körperlichen Arbeit gezwungen, welche in einer Steigerung von Atmung und Kreislauf zum Ausdruck kommt. Der venöse Stau in den Beinen wird hauptsächlich durch die Betätigung der Muskelpumpe (18), sowie durch die Verstärkung der Atmung und des Herzzeitvolumens beseitigt. Bei den untersuchten Patienten konnte eine zum Teil erhebliche Steigerung von Atmung, Puls und Blutdruck festgestellt werden. Die durchschnittliche Pulssteigerung lag bei 7 (7,48) Schlägen pro Minute, die des Blutdrucks bei 12/4 (11,52/3,98). Einzelne Patienten wiesen sogar eine Pulssteigerung von 20/Min. und eine Blutdruckerhöhung von 50/20 auf. Frühere Untersuchungen haben eine Steigerung der venösen Rückstromgeschwindigkeit beim Pedaltreten um 335% gegenüber dem Ruhewert in den Beinen ergeben (15).

Die dadurch erreichte Gesamtverstärkung des venösen Rückflusses ist imstande, bereits gebildete kleinste Thromben von der Venenwand loszureißen und sie durch das natürliche fibrinolytische System wieder aufzulösen. Ein Anwachsen des Thrombus zu gefährlicher Größe kann somit weitgehend vermieden werden.

6. Weitere positive Nebenerscheinungen des Bettpedaltretens

Außer der thromboseverhütenden Wirkung der Bettpedale konnten bei den Untersuchungen noch folgende positive Nebenerscheinungen festgestellt werden:

1. Bei der Hälfte der Patienten konnte eine deutliche Anregung der Darmtätigkeit beobachtet werden. Angestaute Blähungen, welche bei den Betroffenen zum Teil heftige Bauch- und Wundschmerzen hervorriefen, gingen während der Bewegungsübung oder im Anschluß daran ab. Bei einem fünftel der Patienten war die Anregung der Darmperistaltik sogar so stark, daß sie anschließend Stuhlgang hatten.

2. Alle 50 Patienten gaben an, durch die ständigen Bewegungsübungen schneller zu Kräften gekommen zu sein. Ein Teil der Patienten, welche früher bereits Operationen durchgemacht hatten, bestätigten, daß sie eher aufstehen konnten und sich weitaus kräftiger auf den Beinen fühlten.

3. Obwohl für manche Patienten die Übungen zum Teil mit großen Anstrengungen verbunden waren, fühlten sie sich anschließend wohler und leichter. Durch die Bewegungen wurde die verspannte Bein- und Gesäßmuskulatur wieder gelockert und das Liegen wurde den Patienten dadurch erträglicher.

7. Vergleich mit anderen prophylaktischen Maßnahmen

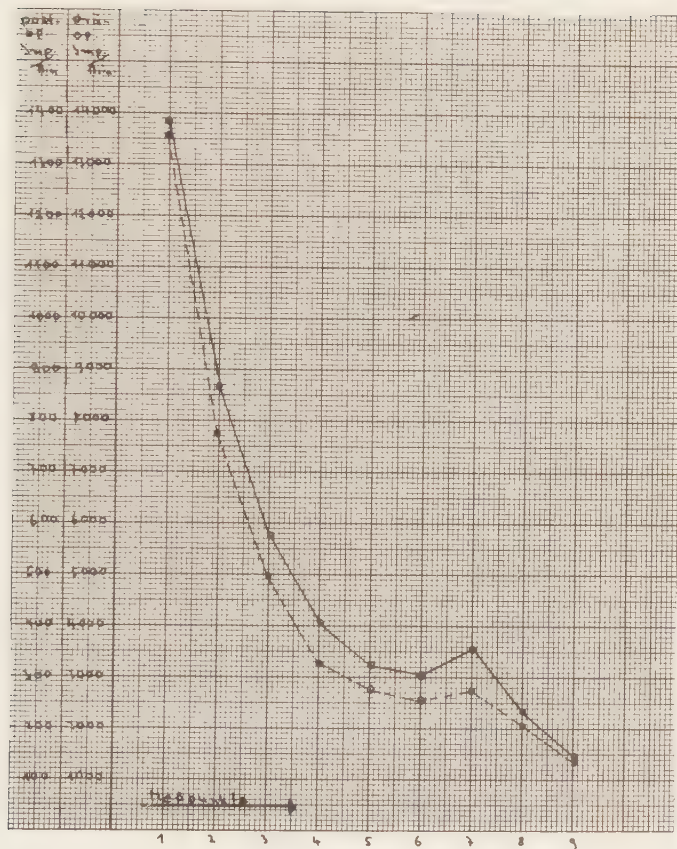
Neben der größeren Wirksamkeit als Thromboseverhütungsmaßnahme bringt diese Methode auch personelle, technische und finanzielle Vorteile. Viele krankengymnastischen Übungen, wie Bewegungs- und Gehübungen, sind sehr zeitraubend und erfordern zum Teil zwei Hilfskräfte. Es können deshalb nur wenig Patienten intensiv genug betreut werden. In vielen Kliniken läßt sich eine wirksame Thromboseprophylaxe mangels geschulten Personals ohnehin nicht durchführen. Gerade bei besonders gefährdeten Patienten mit schwereren Operationen ist es oft nicht möglich, eine wirksame Bewegungstherapie durchzuführen, da sie oft an mehreren Geräten und Schläuchen gleichzeitig angeschlossen und deshalb relativ unbeweglich sind (z.B. Infusionen, Saugdrainagen, Katheder, Überwachungsgeräten usw.). In solchen Fällen eignet sich das Bettfahrrad sehr gut, da die Patienten nur wenig bewegt werden müssen und durch die angeschlossenen Geräte in ihrer Übung nicht behindert werden. Zahlreiche Versuche mit Patienten von der Intensivpflegestation haben das bewiesen; selbst bei Patienten mit nur einem Bein ließ sich die Übung unter leichter Hilfestellung durchführen. Der zeitliche Aufwand pro Patient ist dabei geringer als bei anderen krankengymnastischen Übungen; wenn ein Patient in das

Bettfahrrad geschnallt ist, können mehrere Personen bei nur einer Aufsichtsperson gleichzeitig betreut werden. Diese Maßnahmen können deshalb auch in kleineren Kliniken durchgeführt werden, da weder ein speziell geschultes Personal noch ein umfangreiches Labor benötigt wird (wie z.B. bei der Antikoagulantienprophylaxe).

8. Graphische Darstellung der Ergebnisse

Im Normalfall, d.h. wenn keine Thrombose vorliegt, ergeben die Kurven aus den prä- und postoperativen Impulszahlen eines Beines einen annähernd gleichen Verlauf. Die postoperative Aktivitätsverteilung entspricht prozentual annähernd der Ausgangsaktivität.
Die nächste Seite zeigt den Kurvenverlauf im Normalfall.

Daß die Kurve im Bereich der Punkte 6 und 7 einen Aktivitätsanstieg zeigt, ist auf das höhere Blutvolumen des Unterschenkels gegenüber dem Knie zurückzuführen.

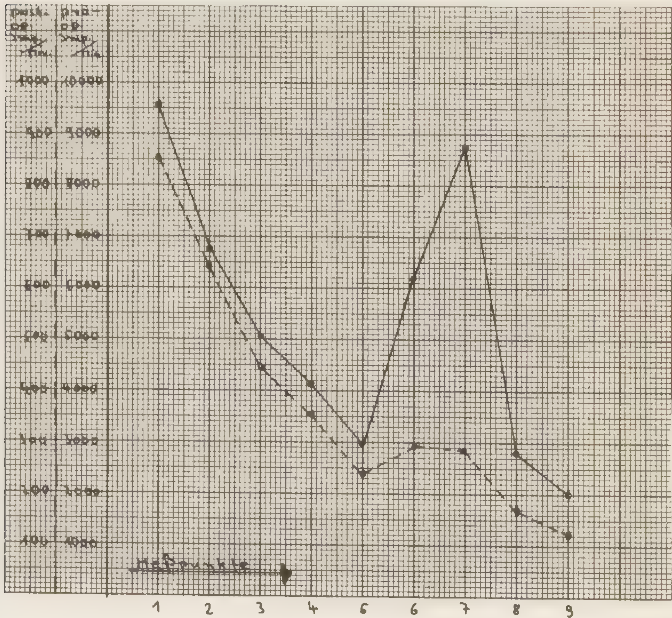


Tab. 4: Kurvenverlauf der prä. u. postop. Aktivitätsverteilung eines Beines im Normalfall.

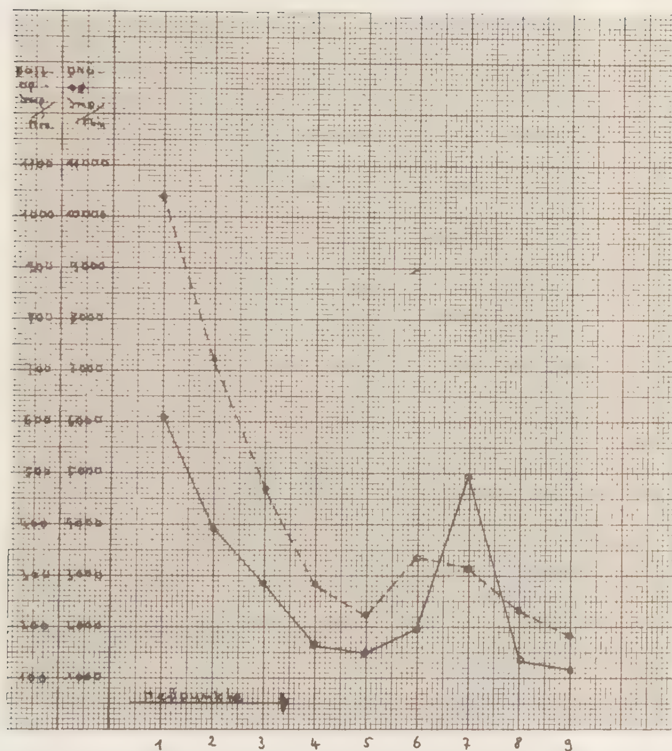
―――――― = postop. Kurvenverlauf

– – – – – = präop. Kurvenverlauf

Liegt an einem Punkt jedoch eine Thrombose vor, so weist die postop. Kurve einen starken Anstieg (peak) auf, welcher der Aktivitätsanreicherung des in dem Thrombus eingelagerten Fibrinogens entspricht.
Die 3 folgenden Tabellen zeigen die Kurven solcher Thrombosefälle.



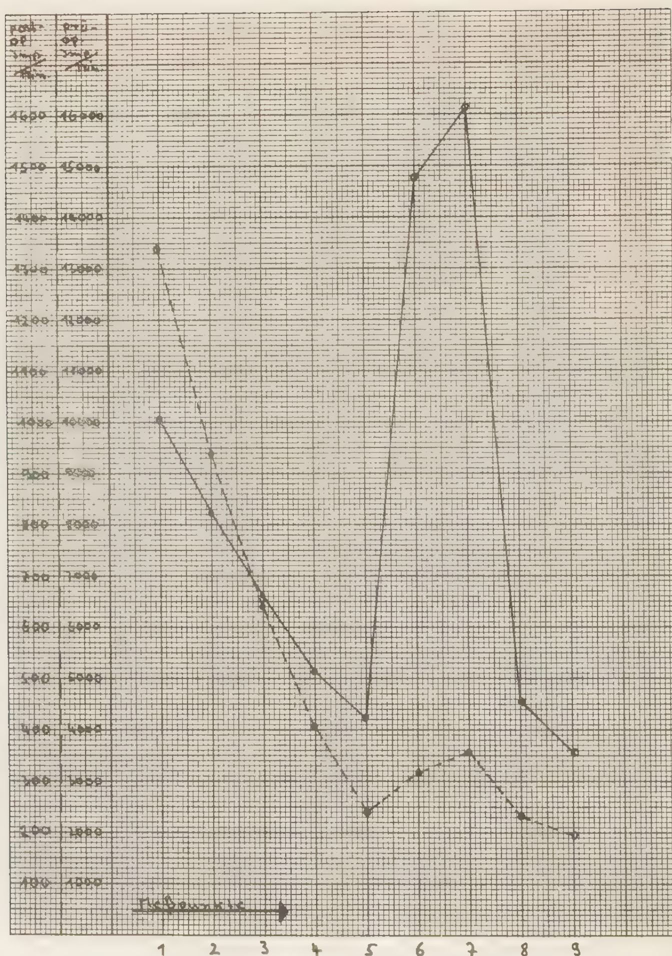
Tab. 5: Kurvenverlauf bei Thrombose
——————— = postop. Kurvenverlauf
– – – – = präop. Kurvenverlauf



Tab. 6: Kurvenverlauf bei Thrombose

———— = postop. Kurvenverlauf

- - - - = präop. Kurvenverlauf



Tab. 7: Kurvenverlauf bei Thrombose

——————— = postop. Kurvenverlauf

\- - - - = präop. Kurvenverlauf

V ZUSAMMENFASSUNG

An der chirurgischen Universitätsklinik Erlangen wurde an einer Gruppe von 50 Patienten die Wirksamkeit des von Dr. Mühe entwickelten Bettfahrrads als thromboseprophylaktische Maßnahme getestet. Ausgesucht wurden dazu Patienten ab dem 40. Lebensjahr aus dem Bereich der Brust- und Bauchchirurgie. Alle 50 Patienten mußten vom ersten postoperativen Tag an fünf Tage lang jeweils dreimal fünf Minuten die Bewegungsübungen mit dem Bettfahrrad machen. Zum Nachweis einer eventuell entstehenden Thrombose wurde den Patienten 24 bis 48 Stunden vor der Operation 125-Jod Humanfibrinogen i. v. gespritzt. Zur Absättigung der Schilddrüse wurden vor der Injektion und weitere 8 Tage später 20 Tropfen 5%-iger Lugol'scher Lösung peroral gegeben. An genau festgelegten Punkten beider Beine (7 bis 9 Meßpunkte je nach Größe des Beines) wurde die Impulszahl pro Minute vor der Operation sowie nach den Übungen am 6. postoperativen Tag an jedem Punkt mit einem Szintillationszähler gemessen. Eine Thrombose lag dann vor, wenn der Quotient aus der prä- und postoperativen Impulszahl/Min. eines Punktes sich von seinen beiden benachbarten Quotienten nach oben u n d unten um m e h r a l s 32,4% unterschieden hat (mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05).

Bei den insgesamt 50 Patienten, welche die Bewegungsübungen mit dem Bettfahrrad unter genauer

Kontrolle durchgeführt haben, bildeten sich in 4 Fällen (=8%) Thrombosen. Im Vergleich zu anderen Untersuchungen ist die Wirksamkeit des Bettfahrrads als thromboseprophylaktische Maßnahme damit bewiesen. Alle 4 Thrombosen wurden so frühzeitig erkannt, bevor hinreichende klinische Verdachtszeichen auftraten, welche eine sichere Diagnose zugelassen hätten.

Diese Methode dient damit neben der sehr guten prophylaktischen Wirkung auch sehr gut als Früherkennungsmethode von Thrombosen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. BENECKE G. Frequenz thromboembolischer Erkrankungen im Alter. Vortrag auf dem XIII. Hamburger symposium über Blutgerinnung, Hamburg 8./9. 5. 1970

2. BROWSE N. L. Prevention of venous thromboembolism. New Engl. J. Med. 287, S. 145 - 146, 1972

3. BURKITT D. P. Varicose veins, deep-vein thrombosis, and haemorrhoids: epidemiology and suggested aetiology. Brit. med. J. 2, S. 556-561, 1972

4. ELSNER P., MACKEY O., LEDERMAIR, SCHASTOK, VINAZZER. Zur Wirkung von Macrodex auf die postoperative Thromboemboliefrequenz. Wiener Med. Wochenschr., Nr. 8, S. 149-153 1969

5. FISCHER, BARBEY. Durchblutung beim varikösen Symptomenkomplex. Med. Welt Nr. 7, S. 371, 1. Halbjahr 1967

6. HEGGLIN R. Differentialdiagnose innerer Krankheiten. S. 785-788, G. Thieme Verlag Stuttgart, 12. Aufl., 1972

7. HELLNER H., NISSEN R., VOSSSCHULTE K. Lehrbuch der Chirurgie, S. 104-112, G. Thieme Verlag Stuttgart, 6. Aufl. 1970

8. KAPPERT A. Venenkrankheiten, diagnostische

und therapeutische Grundsätze. Mü. Med. Wochenschr. 28, S. 1324-1328, 1970

9. KOLLER F. Pathogenese der Thrombose. Aus Therapeutische Berichte 3, Bayer Leverkusen, 1971

10. KOLLER S. Neue graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. 4. Aufl., Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt 1969 S. 51-53

11. MARX R. Zur Therapie der Venenthrombosen unter bes. Berücksichtigung d. Extremitätenvenenthrombosen. Fortschr. Med. Nr. 8, S, 313-316, 1971

12. MARX R. Zur Therapie d. Venenthrombosen unter bes. Berücksichtigung d. Extremitätenvenenthrombosen. Fortschr. Med. Nr. 9, S. 367-370, 1971

13. MAURER B. J. et al. Frequency of venous thrombosis after myocardial infarction. Lancet 2, S. 1385-1387, 1971

14. MAY R. Klinische Abklärung der tiefen Thrombophlebitis inkl. Phlebographie. Therapie der Woche 26, S. 2077-2080, 1972

15. MÜHE E. Habitilationsschrift, Erlangen 1973

16. N. N. Prevention and treatment of deep-vein thrombosis. Drug and ther. bull. 10, S. 21-24, 1972

17. N. N. Prevention of deep-vein thrombosis: the way ahead? Lancet 2, S. 693-694, 1971

18. SCHLÜTER F. Physiologie der Venen. Die Med. Welt 1. Halbjahr 1962 Nr. 15, S. 821-823

19. SIGG K. Erkennung und Behandlung von Venenkrankheiten. Med. Welt Nr. 41, 2. Halbjahr 1962, S. 2144-2147

20. SIGG K. Varizen, Ulcus cruris und Thrombose. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. erw. Aufl. 1968

21. VINAZZER H. Die postop. Thrombosebereitschaft. F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart New York, 1969

22. VINAZZER H. Ursachen d. postop. Thrombosebereitschaft und ihre Beeinflussung d. Macrodex. Aus: Macrodex 6%, Rheomacrodex 10%, Chemie-Pharmakologie-Klinik, Knoll AG Ludwigshafen, 1969

23. WEIDENMANN W. Thromboseentst. u. Verhütung unter bes. Berücksichtigung des peripheren Kreislaufs. Zentralbl. f. Chirurgie, Heft 6, S. 566-573, 1948

24. WILLIAMS H. T. Prevention of postop. deep-vein thrombosis with periop. subcutaneus heparin. Lancet 2, S. 950-952, 1971

25. Rheomacrodex - Macrodex. Aus: Broschüre der Pharmacia AB Uppsala Schweden, S. 97 - 156, Appelbergs 1972

L E B E N S L A U F

Geboren am 9. 1. 1948 in Nördlingen
Eltern: Wolfgang Bruckschlegl, Kaufmann
Lina B., geb. Förschner, Hausfrau

1954 - 1958	Besuch der Volksschule in Nördlingen
1958 - 1968	Besuch des Gymnasiums in Nördlingen
23. 7. 1968	Abitur am Theodor-Heuss-Gymnasium in Nördlingen
1. 1o. 1968 - 6. 12. 68	Wehrdienst in Münsingen
2. 1. 1969 - 24. 4. 7o	Ersatzdienst in Rummelsberg und Heidenheim
197o - 1974	Studium der Medizin an der Universität Erlangen
1974 - 1976	Studium der Medizin an der Universität Berlin
13. 9. 1976	Staatsexamen an der Freien Universität Berlin

Copy-Center 2000
852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30 -
Tel. 09131-26197